

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-146886

(43)Date of publication of application : 27.05.1994

(51)Int.Cl.

F02B 17/00

F02B 23/08

F02B 31/00

(21)Application number : 04-295320

(71)Applicant :

mitsubishi motors corp

(22)Date of filing : 04.11.1992

(72)Inventor :

ando hiromitsu

takemura jun

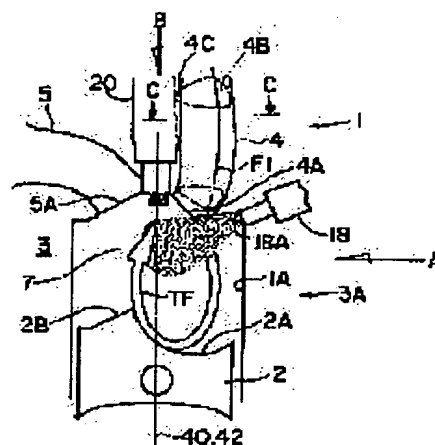
nakane kazuyoshi

## (54) CYLINDER INJECTION TYPE INTERNAL COMBUSTION ENGINE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To secure an enough installation space for an injector in a cylinder injection type internal combustion engine that injects fuel to a combustion chamber directly, and drive the engine stably even in lean combustion.

**CONSTITUTION:** A cylinder injection type internal combustion engine is provided with a combustion chamber 7 formed between the upper face of a piston 2 and the lower face of a cylinder head 1, an intake opening end 4A opening toward the combustion chamber 7, an intake port 4 extending upwardly from the intake opening end 4A, an exhaust port 5, and an injector 18, which sets an injection port 8A to face the combustion chamber 7, in the side part, of the intake port 4 side of the combustion chamber 7. Intake flow forms a vertical swirl, which is provided with a streamline directed to the upper face of the piston 2 from the lower face of the cylinder head 1 on one side of a reference face 40 while provided with a streamline directed to the lower face of the cylinder head 1 from the upper face of the piston 2 on the other side of the reference face 40, and one half part, of the intake port 4 is widened more than the other half part so as to promote the formation of the vertical swirl, so that the center of the intake flow of the intake port is eccentric to one half part, in the axial direction.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

17.05.1996

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

2917713

[Date of registration]

23.04.1999

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-146886

(43)公開日 平成6年(1994)5月27日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

F 0 2 B 17/00  
23/08  
31/00

識別記号

庁内整理番号

D 9039-3G  
C 9039-3G  
Z 7541-3G

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数2(全 9 頁)

(21)出願番号 特願平4-295320

(22)出願日 平成4年(1992)11月4日

(71)出願人 000006286

三菱自動車工業株式会社  
東京都港区芝五丁目33番8号

(72)発明者 安東 弘光

東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車  
工業株式会社内

(72)発明者 竹村 純

東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車  
工業株式会社内

(72)発明者 中根 一芳

東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車  
工業株式会社内

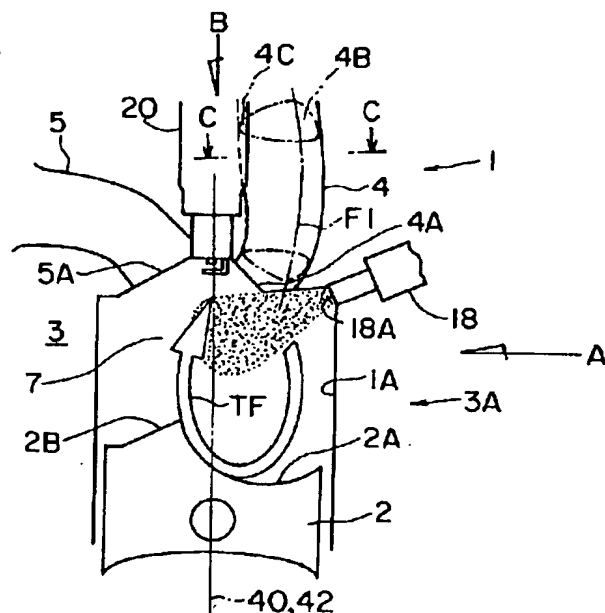
(74)代理人 弁理士 真田 有

(54)【発明の名称】 筒内噴射型内燃機関

(57)【要約】

【目的】 本発明は、燃料を直接燃焼室に噴射する筒内噴射型内燃機関に関し、インジェクタ取り付けスペースを十分に確保するとともに、希薄燃焼でも安定して機関を運転できるようにすることを目的とする。

【構成】 ピストン2の上面とシリンダヘッド1の下面との間に形成された燃焼室7と燃焼室7に開口する吸気開口端4Aと吸気開口端4Aから上方へ延びる吸気ポート4と排気ポート5と燃焼室7の吸気ポート4側の側部に噴射口8Aを燃焼室7に臨ませるようなインジェクタ18とをそなえ、吸気流が基準面40の一侧でシリンダヘッド1の下面からピストン2の上面方向へ、基準面40の他側でピストン2の上面からシリンダヘッド1の下面方向への流れを有する縦渦流を形成し、縦渦流の形成を促進すべく、吸気ポート4の一侧半部が他半部よりも拡幅され吸気ポート4の吸気流心が軸線方向一侧半部へ偏心されるように構成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 シリンダに嵌挿されたピストンの上面とシリンダヘッドの下面との間に形成された燃焼室と、該シリンダの中心軸線を含む基準面の一侧で該燃焼室に開口する吸気開口端と、

該吸気開口端から上方へ延びる吸気ポートと、該基準面の他側に位置するように該シリンダヘッドに形成され、開閉弁を介して該燃焼室と連通する排気ポートと、

該燃焼室の該吸気ポート側の側部に、噴射口を該燃焼室に臨ませるように配設されたインジェクタとをそなえ、該吸気ポートによって燃焼室内に導入される吸気流が、該中心軸線方向に沿って該基準面の一侧でシリンダヘッドの下面からピストンの上面方向へ向かい該基準面の他側でピストンの上面からシリンダヘッドの下面方向へ向かう流線を有する縦渦流を形成するように構成され、該縦渦流の形成を促進すべく、該吸気ポートの該軸線方向一側半部が他半部よりも拡幅され該吸気ポートの吸気流心が該軸線方向一側半部へ偏心されていることを特徴とする、筒内噴射型内燃機関。

【請求項2】 上記ピストンの頂面における上記吸気ポートの直下の部分に、該吸気ポートから上記燃焼室内に送られた吸気流を上方に案内して上記逆タンブル流の形成を促進する彎曲部が形成されていることを特徴とする、請求項1記載の筒内噴射型内燃機関。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、燃料を直接燃焼室に噴射する筒内噴射型内燃機関に関し、特に、希薄な混合気を安定した状態で燃焼させるようにした、筒内噴射型内燃機関に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、内燃機関のうち、ガソリンエンジンでは、インジェクタによって吸気ポート内に燃料を噴射して燃料を供給するようなエンジンが普及している。そして、この吸気ポート内において、吸気された空気と燃料とを混合して、燃焼室内で着火、燃焼している。

【0003】また、内燃機関のうち、主に軽油等を燃料とするディーゼルエンジンでは、燃焼室内に直接燃料を噴射して、この燃料を燃焼室内の圧縮空気によって自然発火させて動力を得ている。ところで、上述のようなガソリンエンジンにおいても燃焼室に直接燃料噴射を行なう機関の応答性を改善するような筒内噴射型の内燃機関が提案されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】このような筒内噴射型のガソリンエンジンでは、着火手段としての点火プラグが必要であり、シリンダヘッド回りの部品配設がディーゼルエンジンとは異なって構成される。つまり、筒内噴射型のガソリンエンジンでは、点火プラグが必要であ

り、この点火プラグが燃焼室頂部に配設される。また、インジェクタの取り付け位置に着目すると、インジェクタは、高熱になる排気弁近傍に配設するのは不適切であり、一方、吸気弁側には通常、吸気通路がシリンダヘッドを覆うように配設されているので、インジェクタの取り付け自由度が低く、燃料噴射に最適な位置でインジェクタを配設することが困難である。

【0005】また、このような筒内噴射型内燃機関においても、燃焼室内に縦渦の吸気流（タンブル流）を形成して、理論混合気よりも希薄な燃料で希薄燃焼を行ない、エンジンの燃費を改善したい。このようなタンブル流を形成するには、吸気ポートからの吸気流をなるべくピストン頂面と平行に取り入れて、この後、この吸気流をシリンダ内壁部に沿って吸気流を下向きにしてタンブル流を発生させるような構造が提案されている。

【0006】しかし、このような構造を用いてタンブル流を発生させるには、吸気ポートをシリンダヘッドの上面となるべく平行に配設する必要があり、筒内噴射型の内燃機関では、インジェクタの配設位置が十分に確保できないという課題がある。本発明は、このような課題に鑑み創案されたもので、インジェクタを筒内噴射に最適な状態で取り付けることができるとともに、燃焼室内に強いタンブル流を形成して、希薄燃焼でも安定して機関を運転できるようにした、筒内噴射型内燃機関を提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】このため、請求項1記載の本発明の筒内噴射型内燃機関は、シリンダに嵌挿されたピストンの上面とシリンダヘッドの下面との間に形成された燃焼室と、該シリンダの中心軸線を含む基準面の一侧で該燃焼室に開口する吸気開口端と、該吸気開口端から上方へ延びる吸気ポートと、該基準面の他側に位置するように該シリンダヘッドに形成され、開閉弁を介して該燃焼室と連通する排気ポートと、該燃焼室の該吸気ポート側の側部に、噴射口を該燃焼室に臨ませるように配設されたインジェクタとをそなえ、該吸気ポートによって燃焼室内に導入される吸気流が、該中心軸線方向に沿って該基準面の一侧でシリンダヘッドの下面からピストンの上面方向へ向かい該基準面の他側でピストンの上面からシリンダヘッドの下面方向へ向かう縦渦流を形成するように構成され、該縦渦流の形成を促進すべく、該吸気ポートの該軸線方向一側半部が他半部よりも拡幅され該吸気ポートの吸気流心が該軸線方向一側半部へ偏心されていることを特徴としている。

【0008】また、請求項2記載の本発明の筒内噴射型内燃機関は、上記請求項1記載の構成に加えて、上記ピストンの頂面における上記吸気ポートの直下の部分に、該吸気ポートから上記燃焼室内に送られた吸気流を上方に案内して上記逆タンブル流の形成を促進する彎曲部が形成されていることを特徴としている。

## 【0009】

【作用】上述の請求項1記載の本発明の筒内噴射型内燃機関では、シリンダヘッド内に、シリンダの中心軸線を含む基準面の一侧にある吸気開口端から上方に延びた吸気ポートを通して、吸気流が上記中心軸線方向に沿ってピストン上面へ導入され、さらに基準面の他側で、上記軸線方向に沿ってピストン上面からシリンダヘッド下面に方向に流れる縦渦流（逆タンプル流）として流入するとともに、インジェクタからは燃焼室内に燃料が直接噴射される。これにより、燃焼室内には燃焼に最適な状態で燃料が供給される。

【0010】そして、吸気ポートの断面形状は、上記軸線方向一側半部が他半部よりも拡幅されているので、吸気ポートの吸気流心が該軸線方向一側半部へ偏心されて、燃焼室内での逆タンプル流の形成が促進される。これにより、吸気の乱れが強化されるとともに、空気と燃料とが混合され、安定した希薄燃焼状態を得ることができる。

【0011】また、上述の請求項2記載の本発明の筒内噴射型内燃機関では、燃焼室に流入した吸気流は、吸気ポートから燃焼室内で基準面の一侧を下向きに流れた後、ピストンに到達して、このピストンに形成された彎曲部により燃焼室内中央より向きを変える。そして、この吸気流は、彎曲部に案内されて、彎曲部に沿った上向きの流れとなってピストン頂部に向かい、逆タンプル流の形成を促進する。

## 【0012】

【実施例】以下、図面により、本発明の一実施例としての筒内噴射型内燃機関について説明すると、図1はその内部構成を模式的に示す全体図、図2はその吸排気ポート部を示す模式図であって図1の吸気ポート部の部分拡大図、図3はその吸気ポート部を示す模式図であって図1のA矢視図、図4はその吸気流の流れを示す模式図であって図1におけるB矢視図、図5はその内部構成を示す模式的な全体斜視図、図6はその吸気ポート内の断面形状を示す部分断面図であって図1のC-C断面図、図7はその作用を示す模式図であって図1に対応する図、図8はその2サイクル機関の駆動サイクルを説明する図、図9はその4サイクル機関の駆動サイクルを説明する図、図10～図12はいずれもその効果を示すグラフである。また、図13及び図14はいずれも逆タンプル流を形成するための従来の手法を示すものである。

【0013】図1に示すように、この筒内噴射型内燃機関は、シリンダヘッド1とシリンダブロック3とによりエンジン本体が構成されており、シリンダブロック3のシリンダ3Aにはピストン2が嵌挿されている。また、この内燃機関のシリンダヘッド1は、各気筒とも吸気2弁、排気2弁をそなえた4弁式内燃機関として構成されている。

【0014】そして、このピストン2とシリンダヘッド

1との間には、燃焼室7が形成されており、この燃焼室7のシリンダヘッド1部には吸気通路の吸気ポート4と排気通路の排気ポート5とが連通接続されている。また、これらの吸排気ポート4、5の燃焼室開口4A、5Aには、それぞれ図示しない吸排気弁が設置されており、これらの吸排気弁により燃焼室開口4A、5Aが開閉されるようになっている。また、図2に示す符号51、52は、この吸排気弁のバルブステム軸心線を示している。

【0015】そして、図5に示すように、この燃焼室7は、シリンダ3Aの中心軸線42と図示しないクランクシャフトの軸心線とを含むような仮想面を基準面40として、この基準面40の一方の側に2つの吸気ポート4が配設され、この基準面40の他方の側に2つの排気ポート5が配設されている。また、図1及び図3に示すように、燃焼室7の頂部中央、即ち、基準面40上又はこの近傍に点火プラグ20が配設されている。

【0016】また、上記の2つの吸気ポート4は、シリンダヘッド1から略鉛直上方に向かって設けられており、吸気ポート4の開口部4Aは基準面40寄りに、つまり、燃焼室7の中央寄りに、下方に向けて配設されている。そして、シリンダヘッド1の吸気ポート4側には、燃料を燃焼室7に供給するためのインジェクタ18が配設されている。このインジェクタ18は、その先端部の噴射孔18Aが燃焼室7内に臨んで設けられており、燃料を直接燃焼室7内に噴射するようになっている。

【0017】また、このインジェクタ18は、例えば、図示しないコントローラにより制御されるようになっており、これにより、所定の噴射タイミングにおいて、所定量の燃料が噴射されるようになっている。ここで、このインジェクタ18の取付け部について説明すると、2本の吸気ポート4は、上述したようにシリンダヘッド1より略鉛直上方に向かって設けられているので、この吸気ポート4の開口部4Aの周囲にインジェクタ18を取り付けるのに十分なスペースを確保することができる。したがって、点火プラグ20との位置関係を設定する上でも自由度が大きく、インジェクタ18を燃料噴射に最適な配設位置に設置することができるようになっているのである。

【0018】ところで、上述したように、このシリンダ3Aにはピストン2が嵌挿されているが、このピストン2の頂部には、図1及び図5に示すような凹所（彎曲部）2Aが形成されている。この凹所2Aは、ピストン2の頂部のうちの吸気ポート4の下方の部分に設けられており、下に凸状の灣曲面で形成されている。即ち、この凹所2Aは、基準面40よりも吸気ポート4側に偏心した位置に設けられ、例えば、下に凸状に灣曲した球面状に形成されたものである。

【0019】また、ピストン2の頂部のうち、排気ポー

ト5の下方側には、凹所2Aに近接して、凹所2Aよりも隆起した隆起部2Bが形成されており、この隆起部2Bは凹所2Aに接続している。これにより、ピストン2が圧縮行程終了時に達した時に、ピストン2の凹所2Aとシリンダ内壁1Aとシリンダヘッド1とにより囲繞されたコンパクト燃焼室7Aが形成される。

【0020】また、図7に示すように、ピストン2の頂面の隆起部2Bと燃焼室7の上部の排気ポート5側との間には、スキッシュエリア2Cが形成されている。これにより、図1、図5及び図7に示すように、吸気ポート4から流入した吸気流は下方のピストン2に向かって流れた後、ピストン2の凹所2Aに沿って案内されて上向きに流れていき、タンブル流を形成する。したがって、燃焼室7内では、吸気流はこの凹所2Aに沿って縦渦（逆タンブル流）TFの形成を促進するようになっているのである。

【0021】しかも、この時、点火プラグ20に向かう流れには、スキッシュエリア2Cによって、図7に示すようなスキッシュSFが生じる。このスキッシュSFは隆起部2B及び燃焼室7の上面に案内されて、燃焼室7の頂部中央に向かう流れである。そして、このスキッシュSFと逆タンブル流TFとがぶつかって混合気の乱れが強化されるのである。

【0022】更に、上述の吸気ポート4の断面形状は、図1、図2及び図6に示すように、吸気ポート4の逆タンブル流TF側半部（つまり逆タンブル流TFを形成する主成分流が流れる吸気ポート4の外側半部）4Bが、他半部（つまり逆タンブル流TFを阻止するような成分流が流れる吸気ポート4の内側半部）4Cよりも拡幅されており、吸気ポート4の吸気流心F1が逆タンブル流TF側（つまり吸気ポート4の外側半部4B側）へ偏心されている。これにより、吸気ポート4からの吸気流が燃焼室7内で逆タンブルTF流を形成し易いようになっている。

【0023】この実施例では、吸気ポート4が、図6に示すような略三角形の断面を有するように形成されている。なお、この略三角形の断面を有する吸気ポート4部分よりも上流側では、吸気ポート4の上流部分から、又は、吸気ポート4のさらに上流の吸気マニホールドの一部分から次第に三角形に近づくように形成されている。そして、吸気ポート4の開口部4A近傍まで、図4に示すような三角形断面となつて、基準面40の反対側、つまり、燃焼室7のシリンダ内壁1Aに近い側の方が拡幅されているのである。

【0024】したがって、吸気流は吸気ポート4のシリンダ内壁1Aに近い側（逆タンブル流TFを形成する主成分流側）の方が他半部よりも強くなる。特に、図4の符号30で示すような逆タンブル流TFの形成に有効な部分の吸気流が強化されるのである。また、他半部4Cでは吸気流の流れが弱くなり、符号32で示すような、

逆タンブル流TFの形成に阻害となる部分の吸気流は、上述の符号30の部分のものと比較して著しく弱くなるのである。

【0025】これにより、燃焼室7のシリンダ内壁1Aに近い側から強い吸気流が流入して、上述したようなピストン2の凹所2Aにより、逆タンブル流の形成が促進されるようになっている。なお、このような内燃機関は、例えば、2サイクルエンジンの場合には、図8に示すように、TDC（上死点、即ち、Top Dead Centerの略）の0°より前回の燃焼行程を行ない、クランク角で90°を経過後に図示しない排気弁を開き、排気行程に入り、更に、クランク角120°近くに達すると図示しない吸気弁を開き、吸気（掃気）行程にも入る。

【0026】そして、BDC（下死点、即ち、Bottom Dead Centerの略）経過後、クランク角230°手前近傍で排気弁を閉じ、圧縮行程に入り、高速高負荷運転時であると所定噴射時間PHだけ、低速低負荷時では所定噴射時間PLだけインジェクタ18を駆動させ、燃料を噴射する。この後、吸気弁をも閉じて吸排気を完了し、完全に圧縮行程のみを行なう。

【0027】そして、TDC前の所定点火時期に達すると、点火プラグ20を駆動して点火処理（図8中、△印で示した）に入る。この点火処理によって燃焼室7の筒内圧が上昇し、ピストン2を押し下げ、出力を発生する。ここで、インジェクタ18は、機関が高速回転時には所定噴射時間PHだけ噴射駆動し、低速回転時には所定噴射時間PLだけ噴射駆動するように制御される。これによって、高速時には、燃料と逆タンブル流TFをなす空気との混合を早期に開始することによって、急速燃焼の実現を図ることができる。

【0028】他方、低速時には燃料噴射を遅らせて、コンパクト燃焼室7Aの生成を待ち、このコンパクト燃焼室7A内に燃料噴射を行なう。これにより、点火プラグ20近傍で比較的にリッチな混合気を生成でき、スキッシュSFの乱れ作用も受けて、着火性の確保を十分に図ることができる。さらに、コンパクト燃焼室7Aが球形化していると、熱損失の低減を図れ、低負荷運転時の安定化をも図ることができる。更に、インジェクタ18の取り付け部は一对の吸気ポート4Aの外側に位置しているので、インジェクタ18本体及び燃料の冷却性の向上を比較的に図りやすく、インジェクタ18の耐久性の確保、熱害の回避をも図りやすい。

【0029】以上2サイクルのガソリンエンジンについて説明したが、これに代えて、4サイクルのガソリンエンジンに本発明を適用しても良い。この場合、そのエンジンの本体の構成としては、上述と同様のものが使用可能である。また、4サイクルエンジンの場合には、図9に示すように、TDCの0°前より吸気弁を開き、吸気行程に入るとともにTDCの0°経過後に排気弁を閉

じ、前回よりの排気行程を完了させる。この後、クランク角で $180^{\circ}$ までピストン2は降下し、この間、図1、図7に示すように、逆タンブル流TFが生成され、この逆タンブル流TF中にインジェクタ18より燃料が噴射される。

【0030】このインジェクタ18の噴射タイミングは、図9に示すように、機関が高速回転時には吸入早期の所定噴射時期PHに噴射駆動し、低速回転時には圧縮後期の所定噴射時期PLに噴射駆動するように制御される。これにより、高速時には、燃料と逆タンブル流TFをなす空気との混合を早期に開始することによって、燃料の均質化を促進し、急速燃焼の実現を図ることができる。他方、低速時には燃料噴射を遅らせて、コンパクト燃焼室7Aの生成を待ち、ここに燃料噴射を行なって、スキッシュSFの乱れ作用も受けて、着火性の確保を十分に図ることができる。

【0031】この後、TDC $360^{\circ}$ 前近傍では、図7に示すスキッシュSFも働き、コンパクト燃焼室7Aより、点火プラグ20に向かう混合気に乱れをさらに生じさせ、燃焼性をより改善できる。その直後での所定点火時期に達すると、点火プラグ20を駆動して、点火処理（図9中、△印で示した）に入る。この点火処理によって、燃焼室7内の筒内圧が上昇し、ピストン2を押し下げ、出力を発生し、燃焼行程をクランク角で $540^{\circ}$ 近くまで行なう。クランク角 $480^{\circ}$ 近傍では排気弁を開き、クランク角 $720^{\circ}$ 経過まで排気行程を継続し、次の吸気行程のための吸気弁の開処理を行ない、4サイクルを完了する。

【0032】本発明の一実施例としての筒内噴射型内燃機関は、上述のように構成されているので、エンジンの吸気行程においては、吸気流は各吸気ポート4から吸気ポート4の開口部4Aを通じて燃焼室7内に流入する。また、インジェクタ18の噴射孔18Aは、燃焼室7に臨んで設けられているので、燃焼室7内に直接噴射される。また、インジェクタ18は図示しないコントローラにより制御されているので、燃料はインジェクタ18から適切なタイミングで噴射され、吸気された空気と混合して混合気が生成される。

【0033】この時、吸気ポート4は、ほぼ直立して設けられているので、燃焼室7内に流入した吸気流は下方（ピストン2の方向）に向かう。そして、燃焼室7の上方から下方に向かって流入した吸気流は、ピストン2の頂部の凹所2Aに衝突して、この凹所2Aの曲面に沿って燃焼室7の上方に向きを変える。

【0034】つまり、吸気ポート開口部4Aは基準面40によって仕切られたシリンダヘッド1の一方の側に設けられて、凹所2Aは、この開口部4Aの下方に開口部4Aと対向するように設けられているので、吸気流は、凹所2Aのシリンダ内壁1A側に流れ込みながら、凹所2Aの曲面に案内されて、凹所2Aに沿ってシリンダ3

Aの頂面中央付近へ向かう上向きの流れとなって、逆タンブル流TFが形成される。

【0035】そして、この逆タンブル流TFにより、混合気は十分に攪拌されながら、燃焼室7の頂部中央に設けられた点火プラグ20近傍に到達するので、着火性を良好なものとすることができ、安定した燃焼状態を得ることができる。また、吸気ポート4は、逆タンブル流TF側半部4Bが他半部4Cよりも拡幅された、略三角形の断面を有しているのので、吸気ポート4の吸気流心F1が逆タンブル流TF側へ偏心されて、吸気ポート4内では、逆タンブル流側半部4Bにおける吸気流成分が、他半部4Cにおける吸気流成分よりも大幅に多量になる。

【0036】つまり、吸気ポート4の逆タンブル流側半部4Bから燃焼室7内に進入する吸気流成分は逆タンブル流を形成する流れの成分であり、吸気ポート4の他半部4Cから燃焼室7内に進入する吸気流成分は逆タンブル流を阻止する成分であるので、上述の流量が不均衡となる。また、本実施例の吸気ポート開口部4Aでは、拡幅された逆タンブル流側半部4Bをシリンダ内壁1A側に、他半部4Cがシリンダ3の中央側に向けて設けられており、したがって、逆タンブル流の強さが増加されるのである。

【0037】そして、吸気流はインジェクタ18で噴射された燃料と燃焼室7内で混合され、燃焼室7内で圧縮・膨張（爆発）された後、排気ポート5から排出される。このような筒内噴射型内燃機関では、逆タンブル流TFを強化することにより、着火性を悪化させることなく理論空燃比よりも少ない量の燃料の混合気でエンジンを運転することができる。

【0038】ここで、上述のような三角形断面を有する吸気ポート4による効果について、他のポート構造と比較しながら説明する。ここで、比較の対象となるの2種のポート構造について説明すると、このうちの1つは、例えば、図13に示すように、ポート開口部にマスク38をそなえている。このマスク38について簡単に説明すると、マスク38は吸気ポート開口部4Aにおいて、逆タンブル流TFの形成を阻止するような吸気流が流入する他半部4Cの一部を覆うものである。これにより、逆タンブル流TFの形成を促進することができるのである。なお、マスク38には、タイプA、タイプB、タイプCのように種々の形態がある。

【0039】また、もう1つのポートは、シュラウド（以下、ポートシュラウドという）をそなえている。ポートシュラウド34、36とは、例えば、図14に示すように、吸気ポート4内の特定の部位に、逆タンブル流の形成を阻止するような吸気流成分を阻害するように設けられた隆起部であり、これにより、逆タンブル流TFを阻止するような吸気流成分を弱めることができる。

【0040】そして、図10は吸気弁のバルブリフト量

と逆タンブル比との関係を示すグラフであり、図11は吸気弁のバルブリフト量と流量係数との関係を示すグラフである。また、これら2つのグラフとも、線Aは、略三角形の断面形状を有する吸気ポート4に関する特性を示し、線Bは、通常の円形のポート断面形状を有する吸気ポートに関する特性を示し、線Cは、通常の円形ポートに図13に示すようなマスク38をそなえた吸気ポートに関する特性を示している。

【0041】この図10、図11の線Bに示すように、通常の円形のポートでは、吸気流の流量係数を確保することはできるが、逆タンブル比を得ることがほとんどできない。これは、吸気ポート4のシリンダ内壁1A寄りから燃焼室7に逆タンブル成分が流入するとともに、吸気ポート4のシリンダ中央寄りからは逆タンブルの形成を阻止するような成分流が流入するためである。また、ポート断面が円形であるため、これらの2つの成分流は、ほぼ同等の強さの流れとなるので、逆タンブルTFの形成が阻害されるのである。

【0042】また、線Cのように、シリンダ中央寄りからの吸気流を、マスク38を用いて堰き止めると、図10のように、通常の円形のポートに比較して逆タンブル比をある程度は向上させることができるが、図11に示すように流量係数を十分確保することができなくなる。これに対し、ポート断面を略三角形にすることにより、流量係数、逆タンブル比とも十分に確保することができる。つまり、図10、図11の線Aは、通常の円形断面のポートと同等の流量係数を確保しながらも、逆タンブル比を大きくすることができることを示しているのである。

【0043】また、図12は逆タンブル比と平均流量係数との関係を示すグラフである。従来までの、円形ポートにマスク38やポートシュラウド34、36等を設けた場合についても併せて図12に記載しているが、従来までの逆タンブル比と平均流量係数との関係は、トレードオフの関係となっており、破線Dに示すような特定の1直線上にほぼ並んでいる。つまり、逆タンブル比を確保しようとする平均流量係数低下し、平均流量係数を確保しようすると逆タンブル比が低下してしまう。

【0044】ここで、このグラフの☆印は、ポート断面を略三角形にした場合のもので、この図12も、ポート断面を略三角形にして、流量係数、逆タンブル比とも十分に確保することができることを示している。しかし、ポートシュラウド34、36をそなえたものでは、強い逆タンブル流TFを形成することができるが、シュラウド34、36によって流量係数が大きく低下してしまう。例えば、図12の2つの×印は、それぞれ、図14(a)のポートシュラウド34と図14(b)のポートシュラウド36とを設けた場合の流量係数を示しているが、これらの2つの×印に示すように、流量係数の低下は避けられない。

【0045】また、上述のマスク38を図13に示すように、マスクA、マスクB、マスクCの3つのタイプに分けた場合の特性を図12の◎、△、□の各印でそれぞれ示しており、このうち、マスクB、マスクCでは、上述のトレードオフの関係を示す特定の1直線D上に並んでしまうが、マスクAを用いた場合は、比較的流量係数を低下させずに逆タンブル比を向上させることができる。

【0046】しかし、図12のグラフの☆印に示すように、ポート断面を略三角形にした場合に、平均流量係数を円形断面ポートとほぼ同等に保ちながら、逆タンブル比を十分に確保することができることを示している。このように、吸気ポート4の断面形状を略三角形とし、さらにピストン2にタンブル流を強化させるように凹所2A設けることにより、燃焼室7に強い逆タンブル流を形成することができ、これにより、理論空燃比よりも希薄な燃料でも安定した燃焼状態を得ることができる。

【0047】また、吸気ポート4を略直立させて設けることにより、シリンダヘッド1には、インジェクタ18を取り付けるスペースが十分に確保され、インジェクタ18の取り付けの自由度が増大する。これにより、燃焼室7に燃料を直接噴射するのに適した配設位置でインジェクタ18を取り付けることができる。また、本実施例は吸気2弁、排気2弁の4弁式内燃機関に用いて説明しているが、本発明は4弁式内燃機関に限られるものではなく、例えば、吸気2弁、排気1弁の3弁式内燃機関やその他の種々の内燃機関にも適用することができる。

【0048】

【発明の効果】以上詳述したように、請求項1記載の本発明の筒内噴射型内燃機関によれば、シリンダに嵌挿されたピストンの上面とシリンダヘッドの下面との間に形成された燃焼室と、該シリンダの中心軸線を含む基準面の一侧で該燃焼室に開口する吸気開口端と、該吸気開口端から上方へ延びる吸気ポートと、該基準面の他側に位置するように該シリンダヘッドに形成され、開閉弁を介して該燃焼室と連通する排気ポートと、該燃焼室の該吸気ポート側の側部に、噴射口を該燃焼室に臨ませるように配設されたインジェクタとをそなえ、該吸気ポートによって燃焼室内に導入される吸気流が、該中心軸線方向に沿って該基準面の一侧でシリンダヘッドの下面からピストンの上面方向へ向かい該基準面の他側でピストンの上面からシリンダヘッドの下面方向へ向かう縦渦流を形成するように構成され、該縦渦流の形成を促進すべく、該吸気ポートの該軸線方向一侧半部が他半部よりも拡幅され該吸気ポートの吸気流心が該軸線方向一侧半部へ偏心されるという構造により、燃焼室に強い逆タンブル流を形成することができ、これにより、理論空燃比よりも希薄な燃料でも安定した燃焼状態を得ることができるといふ利点がある。

【0049】また、吸気ポートを略直立させて設けるこ



とにより、シリンダヘッドには、インジェクタを取り付けるスペースが十分に確保され、インジェクタの取り付けの自由度が増大する。これにより、燃焼室に燃料を直接噴射するのに適した配設位置でインジェクタを取り付けることができる。また、請求項2記載の本発明の筒内噴射型内燃機関によれば、上記ピストンの頂面における上記吸気ポートの直下の部分に、該吸気ポートから上記燃焼室内に送られた吸気流を上方に案内して上記逆タンブル流の形成を促進する彎曲部が形成されるので、燃焼室内での逆タンブル流の形成が促進され、希薄な混合気の着火を確実に行なうことができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例として筒内噴射型内燃機関における内部構成を模式的に示す全体図である。

【図2】本発明の一実施例として筒内噴射型内燃機関における吸排気ポート部を示す模式図であって図1の吸気ポート部の部分拡大図である。

【図3】本発明の一実施例として筒内噴射型内燃機関における吸気ポート部を示す模式図であって図1のA矢視図である。

【図4】本発明の一実施例として筒内噴射型内燃機関における吸気流の流れを示す模式図であって図1におけるB矢視図である。

【図5】本発明の一実施例として筒内噴射型内燃機関における内部構成を示す模式的な全体斜視図である。

【図6】本発明の一実施例として筒内噴射型内燃機関における吸気ポート内の断面形状を示す部分断面図であって図1のC-C断面図である。

【図7】本発明の一実施例として筒内噴射型内燃機関における作用を示す模式図であって図1に対応する図である。

【図8】本発明の一実施例として筒内噴射型内燃機関における2サイクル機関の駆動サイクルを説明する図である。

【図9】本発明の一実施例として筒内噴射型内燃機関における4サイクル機関の駆動サイクルを説明する図である。

【図10】本発明の一実施例として筒内噴射型内燃機関

における効果を示すグラフである。

【図11】本発明の一実施例として筒内噴射型内燃機関における効果を示すグラフである。

【図12】本発明の一実施例として筒内噴射型内燃機関における効果を示すグラフである。

【図13】従来の内燃機関における逆タンブル流を形成するための構造を示す模式図である。

【図14】従来の内燃機関における逆タンブル流を形成するための構造を示す模式図である。

#### 【符号の説明】

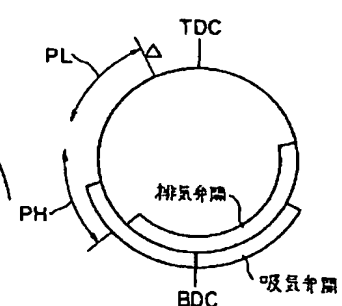
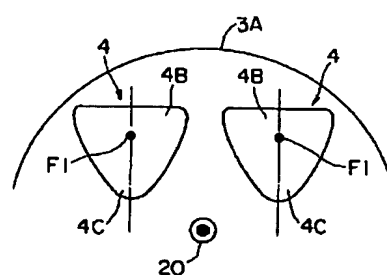
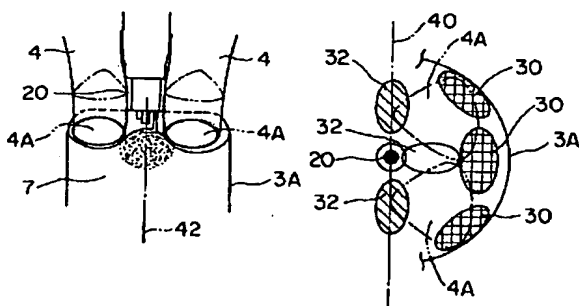
- 1 シリンダヘッド
- 1 A シリンダ内壁
- 2 ピストン
- 2 A 彎曲部としての凹所
- 2 B 隆起部
- 2 C スキッシュエリア
- 3 シリンダブロック
- 3 A シリンダ
- 4 吸気ポート
- 4 A 吸気通路燃焼室開口
- 4 B 吸気通路逆タンブル流半部
- 4 C 吸気通路他半部
- 5 排気ポート
- 5 A 排気通路燃焼室開口
- 7 燃焼室
- 7 A コンパクト燃焼室
- 18 インジェクタ
- 18 A インジェクタ噴射孔
- 20 点火プラグ
- 30 吸気流強化部
- 32 吸気流量低下部
- 34, 36 ポートシュラウド
- 40 基準面
- 42 シリンダ中心軸線
- 51, 52 バルブシステム
- T F 逆タンブル流
- S F スキッシュ
- F 1 吸気流心

【図3】

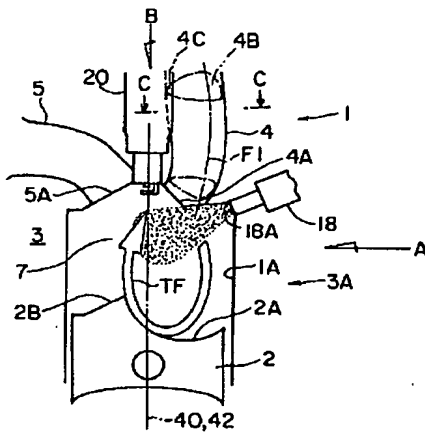
【図4】

【図6】

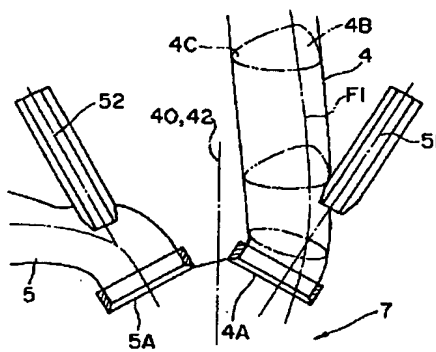
【図8】



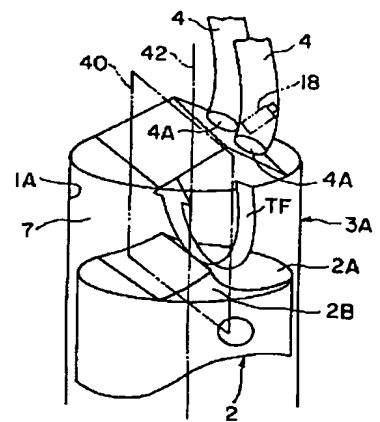
【図1】



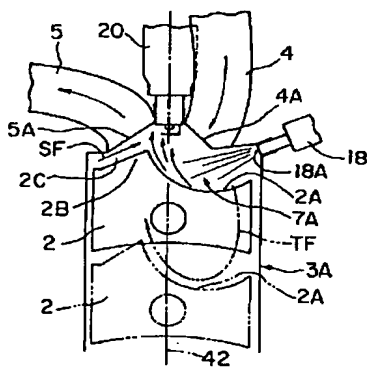
【図2】



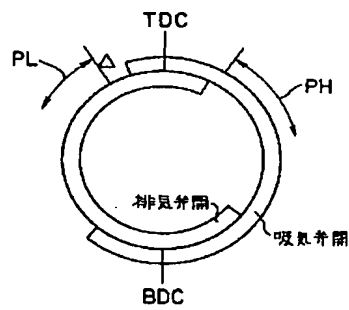
【図5】



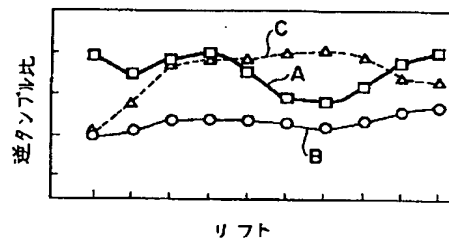
【図7】



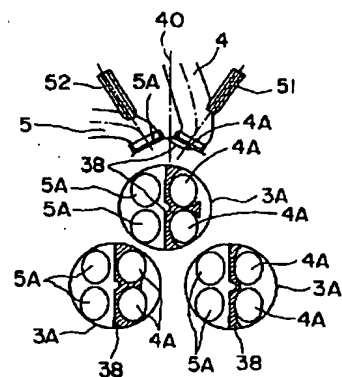
【図9】



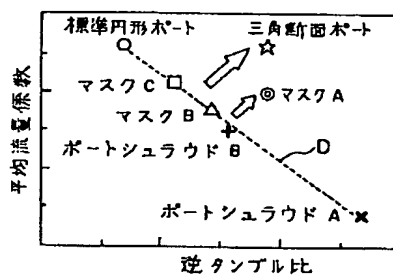
【図10】



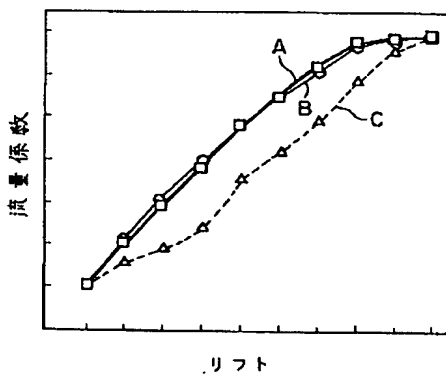
【図13】



【図12】



【図11】



【図14】

